(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年9月6日(06.09.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/181075 A1

(51) 国際特許分類:
C03C 27/12 (2006.01) *C03C 23/00* (2006.01)
B60J 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/004282

(22) 国際出願日： 2024年2月8日(08.02.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2023-032021 2023年3月2日(02.03.2023) JP

(71) 出願人: ＡＧＣ株式会社 (**AGC INC.**) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 柴田 章広 (**SHIBATA, Akihiro**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP). 齋藤 勲 (**SAITO, Isao**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP). 矢萩 洸貴 (**YAHAGI, Koki**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP).

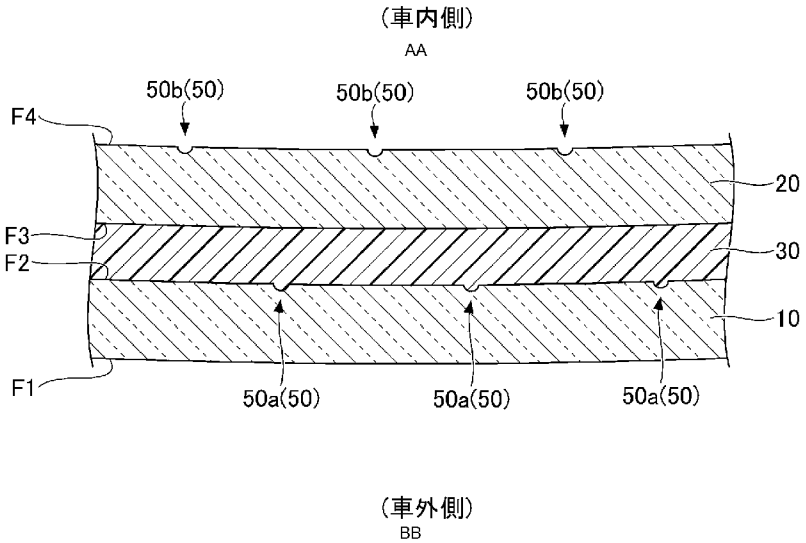
(74) 代理人: 伊東 忠重，外 (**ITOH, Tadashige** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号 丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ （明治安田生命ビル） １６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

(54) **Title:** LAMINATED GLASS FOR AUTOMOBILE WINDOW AND AUTOMOBILE

(54) 発明の名称： 自動車窓用合わせガラス及び自動車

[図4]



AA Vehicle inside
BB Vehicle outside

(57) **Abstract:** According to the present invention, laminated glass for an automobile window comprises, in order from vehicle outside to vehicle inside, a first glass plate, an intermediate film, and a second glass plate. The vehicle-inside surface of the first glass plate and/or the second glass plate has a plurality of deformation parts that are discretely provided in the surface direction. The deformation parts include a recess and a fissure that is formed around the recess. The ratio of the depth of the recess to the diameter of the recess at the surface is no more than 2.

WO 2024/181075 A1

[続葉有]

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能):ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える、自動車窓用合わせガラスであって、前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の車内側の表面に、変形部が面方向に離隔して複数設けられ、前記変形部は、凹部と、前記凹部の周囲に形成された亀裂とを含み、前記表面における前記凹部の径に対する前記凹部の深さの比の値が２以下である。

明　細　書

発明の名称 ： 自動車窓用合わせガラス及び自動車

技術分野

[0001]　本発明は、自動車窓用合わせガラス及び自動車に関する。

背景技術

[0002]　自動車と歩行者等の人との衝突時に、人への衝撃を低減する技術が求められている。例えば、特許文献１には、カウルルーバー及びウインドシールドの周りに対して衝撃が加わった時に、モールによって繋がれたカウルルーバーの後端部とウインドシールドの前端部とが切り離され、人への衝撃が低減される技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１７－２１３９２８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　ウインドシールド等の自動車窓用合わせガラスは、自動車と歩行者等の人との衝突時に、人への衝撃を低減すべく、適切に割れることが求められる。例えば、自動車窓用合わせガラスは、頭部損傷基準値（Head Injury Criterion；ＨＩＣ）が所望の値以下になることが求められる。一方で、自動車窓用合わせガラスは、当該自動車窓用合わせガラスを通して自動車の乗員が自動車外部を視認できることも求められている。

[0005]　本発明の一態様は、自動車と人との衝突時に人への衝撃を低減しつつ、自動車の乗員による自動車外部の視認を妨げないようにすることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006]　本発明の一態様は、車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える、自動車窓用合わせガラスであって

、前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の車内側の表面に、変形部が面方向に離隔して複数設けられ、前記変形部は、凹部と、前記凹部の周囲に形成された亀裂とを含み、前記表面における前記凹部の径に対する前記凹部の深さの比の値が２以下である。

発明の効果

[0007] 本発明の一態様によれば、自動車と人との衝突時に人への衝撃を低減しつつ、自動車の乗員による自動車外部の視認を妨げない技術を提供できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施形態による合わせガラスを備えた自動車の正面図である。

[図2]図１に示す合わせガラスの断面図であり、自動車と人との衝突時の合わせガラスの割れについて説明するための図である。

[図3]図１に示す合わせガラスを車内側から見た平面図である。

[図4]図３のＡ－Ａ線断面図である。

[図5]図５（ａ）は図３における１つの変形部が含まれる部分Ｂの拡大図であり、図５（ｂ）は図５（ａ）のＣ－Ｃ線断面図である。

[図6]本発明の一実施形態による変形部の１つの効果について説明するための図である。図６（ａ）は従来技術による合わせガラス１’の部分断面図であり、図６（ｂ）は本発明の一実施形態による合わせガラス１の部分断面図である。

[図7]図７（ａ）～（ｃ）は、変形部の変形例を示す図である。

[図8]変形部を加工するための加工装置の模式図である。

[図9]例１において形成された１つの変形部の撮影画像である。

[図10]例２において形成された１つの変形部の撮影画像である。

[図11]例３において形成された１つの変形部の撮影画像、及び凹部断面の輪郭形状を示す図である。

[図12]例４において形成された１つの変形部の撮影画像である。

[図13]例６において形成された１つの変形部の撮影画像である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、実施形態について図面を参照して説明する。なお、各図面において同一の又は対応する構成には同一の符号を付し、説明を省略することがある。

[0010] 図１に、本発明の一実施形態によって製造される自動車窓用合わせガラス１が、自動車１００の窓ガラスとして用いられている例を示す。図１の例では、自動車窓用合わせガラス（以下、単に合わせガラスともいう）１は、自動車１００の車体２の正面の開口（窓）に装着されたガラス、すなわちフロントガラスである。合わせガラス１は、フロントガラス以外の窓ガラス、例えば、サイドガラス、リアガラス、ルーフガラスに用いられてもよい。

[0011] 図２に、図１に示す合わせガラス１の部分断面図を示す。図２に示すように、合わせガラス１は、車外側から車内側に向けて、第１ガラス板１０と、中間膜３０と、第２ガラス板２０と、をこの順で備えている。第１ガラス板１０と第２ガラス板２０とは、中間膜３０によって接合されている。第１ガラス板１０は、車外側の面である第１面Ｆ１と、車内側の面である第２面Ｆ２とを有する。第２ガラス板２０は、車外側の面である第３面Ｆ３と、車内側の面である第４面Ｆ４とを有する。

[0012] 合わせガラス１における第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０（以下、合わせて単にガラス板ともいう）を構成する材料は、無機ガラスが好ましい。無機ガラスとしては、ソーダライムシリケートガラス、アルミノシリケートガラス、ボレートガラス、リチウムアルミノシリケートガラス、ホウ珪酸ガラス等が挙げられる。無機ガラスからなるガラス板の成形法は特に限定されない。ガラス板は、例えばフロート法により成形されたもの（フロートガラス）であると好ましい。

[0013] また、合わせガラス１の製造のために用いられるガラス板は、溶融ガラスを板状に成形し、徐冷した、強化処理が施されていない未強化ガラスであってよいし、強化処理が施された強化ガラスであってもよい。強化処理は、風冷強化処理、化学強化処理等である。なお、未強化ガラスは、衝撃を受けて

割れる又はヒビが入った場合であっても、全面に細かいヒビ若しくは亀裂が入り難いので、事故発生時にも乗員の視界を確保できる。

[0014] 第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の厚みは同じであってもよいし、互いに異なっていてもよい。第１ガラス板１０の厚みは、１．１ｍｍ以上３．５ｍｍ以下であってよい。また、第２ガラス板２０の厚みは、０．５ｍｍ以上２．３ｍｍ以下であってよい。さらに、合わせガラス１全体の厚みは、２．３ｍｍ以上８．０ｍｍ以下とすることができる。なお、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の材料、製法等も同じであってもよいし、互いに異なっていてもよい。

[0015] 中間膜３０の材料は特に限定されないが、熱可塑性樹脂であると好ましい。中間膜３０の材料としては、可塑化ポリビニルアセタール系樹脂、可塑化ポリ塩化ビニル系樹脂、飽和ポリエステル系樹脂、可塑化飽和ポリエステル系樹脂、ポリウレタン系樹脂、可塑化ポリウレタン系樹脂、エチレン－酢酸ビニル共重合体系樹脂、エチレン－エチルアクリレート共重合体系樹脂、シクロオレフィンポリマー樹脂、アイオノマー樹脂等の熱可塑性樹脂が挙げられる。また、特許第６０６５２２１号に記載されている変性ブロック共重合体水素化物を含有する樹脂組成物も好適に使用できる。これらの中でも、透明性、耐候性、強度、接着力、耐貫通性、衝撃エネルギー吸収性、耐湿性、遮熱性及び遮音性等の諸性能のバランスに優れることから、可塑化ポリビニルアセタール系樹脂が好適に用いられる。上記の熱可塑性樹脂は、単独で又は２種以上組み合わせて用いてもよい。上記可塑化ポリビニルアセタール系樹脂における「可塑化」とは、可塑剤の添加により可塑化されていることを意味する。その他の可塑化樹脂についても同様である。

[0016] 中間膜３０は、可塑剤を含有していない樹脂、例えばエチレン－酢酸ビニル共重合体系樹脂等であってもよい。上記ポリビニルアセタール系樹脂としては、ポリビニルアルコール（ＰＶＡ）とホルムアルデヒドとを反応させて得られるポリビニルホルマール樹脂、ＰＶＡとアセトアルデヒドとを反応させて得られる狭義のポリビニルアセタール系樹脂、ＰＶＡとｎ－ブチルアル

デヒドとを反応させて得られるポリビニルブチラール樹脂（ＰＶＢ）等が挙げられる。特に、透明性、耐候性、強度、接着力、耐貫通性、衝撃エネルギー吸収性、耐湿性、遮熱性及び遮音性等の諸性能のバランスに優れることから、ＰＶＢが好適な材料として用いられる。なお、上記の樹脂は、単独で又は２種以上組み合わせて用いてもよい。

[0017] 中間膜３０は、単層構造、及び複数の層構造のいずれでもよい。中間膜３０は、接着以外の機能を有してもよい。例えば、中間膜３０は、遮音層、有色透明層、紫外線カット層及び赤外線カット層などから選ばれる１つ以上を有してもよい。

[0018] 中間膜３０の厚みは、接着性の観点から、０．５ｍｍ以上であってよい。また、中間膜３０の厚みは、軽量性及び取扱い性の観点から、３ｍｍ以下であってよい。中間膜３０の厚みは、一定であってもよいし、位置に応じて変化してもよい。

[0019] 合わせガラス１の製造方法は、例えば、下記（ａ）～（ｃ）の工程を含む。（ａ）中間膜３０を介して第１ガラス板１０と第２ガラス板２０とを重ね合わせ、積層体を作製する。（ｂ）積層体をゴム袋等の収容体の内部に収容し、収容体の内部を減圧しながら加熱し、第１ガラス板１０と第２ガラス板２０とを中間膜３０で接着する。収容体の内部の気圧は、大気圧を基準として、例えば－１００ｋＰａ～－６５ｋＰａである。収容体の加熱温度は、例えば７０℃～１１０℃である。（ｃ）収容体から取り出した積層体を、１００℃～１５０℃で加熱しながら、０．６ＭＰａ～１．３ＭＰａの圧力で圧着する。圧着には、例えばオートクレーブが用いられる。なお、合わせガラス１の製造方法は、一般的なものであればよく、上記（ｃ）の工程を含まなくてもよい。

[0020] 図２に示すように、合わせガラス１は、全体として又は部分的に車外側に凸となるように湾曲していてよい。その場合、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０が、曲げ成形によってそれぞれ、一方向又は二方向に所望の所定の曲率に加工され、湾曲され得る。図１に示すような合わせガラス１は、自

動車の前後方向及び上下方向に湾曲した複曲であるが、前後方向又は上下方向にのみ湾曲した単曲であってもよい。合わせガラス１の曲率半径は、２００ｍｍ以上３００，０００ｍｍ以下であってよい。

[0021] 第１ガラス板１０と第２ガラス板２０は、上記（ａ）の工程の前に曲げ成形される。曲げ成形は、加熱によってガラスを軟化した状態で行われる。曲げ成形時のガラスの加熱温度は、例えば５５０℃～７００℃である。第１ガラス板１０と第２ガラス板２０は、別々に曲げ成形されてもよいし、重ねて同時に曲げ成形されてもよい。曲げ成形は、重力成形又はプレス成形などを含み、両者を含んでもよい。

[0022] 図１に示すように、合わせガラス１の周縁には、合わせガラス１を車体に接着して保持するシーラント等を保護するための遮蔽層若しくは遮光層４０が設けられていてよい。遮蔽層４０は、例えば、黒色顔料を含有する溶融性ガラスフリットを含む、黒色、灰色、茶褐色等の低明度色のセラミックカラーペーストを塗布し、焼成することによって形成できる。遮蔽層４０は、合わせガラス１の第２面Ｆ２、第３面Ｆ３及び第４面Ｆ４（図２）の１以上に、好ましくは第２面Ｆ２及び第４面Ｆ４（図２）の少なくとも一方の周縁に形成されていてよい。遮蔽層４０は、ガラス板の周縁端から１０ｍｍ以上３００ｍｍ以下の位置までにわたって設けられていてよい。本実施形態では、合わせガラスに形成された遮蔽層４０で覆われている領域（遮光領域ともいう）を除いた領域が透視領域５となる。透視領域５は、自動車１００の乗員に自動車１００の外部を視認させる領域である。別の言い方をすると、自動車１００の乗員は、透視領域５を通して車両の外部を視認可能である。

[0023] 上述のように、自動車窓用合わせガラス１には、自動車と、歩行者、サイクリスト等の人との衝突時に人への衝撃を低減すべく、適切に割れることが求められている。例えば、合わせガラス１は、頭部損傷基準値（Head Injury Criterion；ＨＩＣ）が所望の値以下（例えば１０００以下、好ましくは６５０以下）になることが求められている。

[0024] ここで、合わせガラス１と人とが衝突した場合の合わせガラス１の割れ方

について説明する。図２に示すように、合わせガラス１と人２００とが衝突した場合、合わせガラス１は車外側から車内側に向けて押される。その結果、第１ガラス板１０の車内側の面である第２面Ｆ２に引張応力が生じるので、第２面Ｆ２に、ガラス全体が平均的に有する性質と比較して異質化された又は変性若しくは変形せしめられた部分（キズ、凹部、亀裂、溶融痕等）がある場合には、その部分を起点に第１ガラス板１０が割れ得る。また、第２ガラス板２０の車内側の面である第４面Ｆ４にも引張応力が生じ、第４面Ｆ４に、ガラスが平均的に有する性質と比較して異質化された又は変性若しくは変形せしめられた部分がある場合には、その部分を起点に第２ガラス板２０が割れ得る。このように、自動車の窓ガラスに車外から衝撃が加わった場合、第１ガラス板１０においても第２ガラス板２０においても、割れ（破壊）は車内側で始まり易く、続いて車内側から車外側に進展していく。さらに、第２ガラス板２０の車内側の面である第４面Ｆ４は露出しているため、合わせガラス１全体としては特に第４面Ｆ４から割れが始まり易い。

[0025] 図３に、本実施形態による合わせガラス１を車内側から見た平面図を示す。また、図４に、図３の合わせガラス１のＡ－Ａ線断面図を示す。図３及び図４には、合わせガラス１に形成された複数の変形部５０が図示されている（図３及び図４においては、変形部の形状の詳細については図示を省略）。変形部５０は、ガラス板の表面形状が変化せしめられた微小領域、より具体的には、ガラス板の表面が元の表面レベルから落ち込んだ部分が形成されるように変化せしめられた微小領域を指す。図３に示すように、変形部５０は、合わせガラス１の全体に、好ましくは透視領域５に、面方向に互いに離隔して散在している。このように、微小領域である変形部５０（大きさ等については後に詳述）が散在していることで、乗員が本実施形態により得られる合わせガラス１を通して車外（自動車の外部）を見た時に、その乗員の視界を妨げることを回避できる（外部視認性を確保できる）。また、衝突時の割れやすさを合わせガラス１全体にわたって確保できる。

[0026] 変形部（表面変形部ともいう）５０は、合わせガラスの第１ガラス板１０

及び第２ガラス板２０の１以上の面に形成できる。特に、上述のように、車外から衝撃を受けた際に先行して割れが生じ易い第１ガラス板１０の車内側の面（第２面Ｆ２）及び／又は第２ガラス板２０の車内側の面（第４面Ｆ４）に変形部５０が形成されていることで、人が自動車に衝突した際の合わせガラス１の割れが開始され易くなり、人への衝撃を効果的に低減でき、人が保護される。このような適切な割れの開始を助成するという観点では、車外からの衝撃を受けた場合に割れがより始まり易い第２ガラス板２０の車内側の面（第４面Ｆ４）に変形部５０が形成されていることが好ましい。また、変形部５０が、第１ガラス板１０の車内側の面（第２面Ｆ２）及び第２ガラス板２０の車内側の面（第４面Ｆ４）の両方に形成されていると、すなわち、図３及び図４に示すように、変形部５０が、第１ガラス板１０の第２面Ｆ２に面方向に全体にわたって形成された複数の第１変形部５０ａと、第２ガラス板２０の第４面Ｆ４に面方向に全体にわたって形成された複数の第２変形部５０ｂとを含んでいると、合わせガラス１全体の強度を適度に低下できるので好ましい。また、図３及び図４に示されているように、複数の第１変形部５０ａも、複数の第２変形部５０ｂも、ガラス板の面方向に離隔して散在しているので、合わせガラス１の外部視認性も確保できる。

[0027] なお、図３及び図４に示す例では、第１変形部５０ａ及び第２変形部５０ｂはそれぞれ、平面視で格子状に配置されているが、変形部５０の面方向の配置は格子状に限られず、例えば千鳥状になっていてもよい。また、平面視の変形部５０の全体の配置を見た場合、すなわち第１変形部５０ａ及び第２変形部５０ｂを合わせて見た場合、図３に示す例では、千鳥状の配置となっているが、この全体の配置も千鳥状に限られず、例えば格子状になっていてもよい。

[0028] 第１変形部５０ａのピッチＰ１（図３）は、好ましくは１ｍｍ以上２００ｍｍ以下、より好ましくは１０ｍｍ以上１００ｍｍ以下、さらに好ましくは２０ｍｍ以上１００ｍｍ以下であってよい。ピッチＰ１は、１つの第１変形部５０ａの中心位置と、最も近くに配置されている別の第１変形部５０ａの

中心位置との距離である。なお、変形部５０の中心位置は、変形部５０のうち凹部（後述）の中心位置とすることができる。ピッチＰ１は、透視領域５にわたって均一であってもよいし、場所によって異なっていてもよく、後者の場合は平均値とする。ピッチＰ１を１ｍｍ以上とすることで、第１変形部５０ａ同士が近接しすぎて、表面に生じた圧縮応力が面方向に連続して分布し、却ってガラス板が割れにくくなるという現象を抑制できる。一方、ピッチＰ１を２００ｍｍ以下とすることで、車内側の面（第２面Ｆ２）において割れの起点となる第１変形部５０ａが適度に分布し、合わせガラス１の車外側から衝撃が加わった場合に、合わせガラス１がより適切に割れやすくなる。

[0029] 第２変形部５０ｂのピッチＰ２も、第１変形部５０ａのピッチＰ１と同様に、好ましくは１ｍｍ以上２００ｍｍ以下、より好ましくは１０ｍｍ以上１００ｍｍ以下、さらに好ましくは２０ｍｍ以上１００ｍｍ以下であってよい。第２変形部５０ｂのピッチＰ２を１ｍｍ以上２００ｍｍ以下とすることによる効果も、ピッチＰ１による効果と同様である。

[0030] 図３及び図４に示す例では、第１変形部５０ａと第２変形部５０ｂとはそれぞれ、平面視で重なっていないが、第１変形部５０ａと第２変形部５０ｂとで、一部又は全部が重なっていてもよい。さらに、第１変形部５０ａと第２変形部５０ｂとがガラス板の厚み方向で揃っている、すなわち、第１変形部５０ａと第２変形部５０ｂとが、厚み方向に平行な１本の直線上に配置されるようになっていてもよい。第１変形部５０ａと第２変形部５０ｂとが平面視で重なっていると、合わせガラス１と人２００との衝突時にガラス板の厚み方向にわたって亀裂が進展しやすくなるので、好ましい。

[0031] 図５（ａ）に、図３における１つの変形部５０（第２変形部５０ｂ）が含まれる部分Ｂの拡大図を示す。また、図５（ｂ）に、図５（ａ）のＣ－Ｃ線断面図を示す。なお、図５（ａ）及び（ｂ）に示す変形部５０の形状は、説明を容易にするための模式的なものである。図５（ａ）及び（ｂ）に示すように、変形部５０は、凹部５５と、その周囲に形成された亀裂（クラック）

５６とを含む。このような変形部５０は、例えばレーザ照射によって形成され得る（後に詳述）。

[0032] 凹部５５があることで、検査時等に変形部５０の存在が認識され易くなり、得られた製品において変形部５０が確実に形成されているか否かの検査が容易になる。また、ガラス板を湾曲させるための曲げ工程においても、亀裂５６を閉じようとする応力が凹部５５に逃げることが考えられ、凹部５５の周囲に形成されている亀裂５６が閉じてしまうことも防止できる。また、亀裂５６は主として、ガラス板の強度を適切に低下させ、衝突時にガラス板を適切に割れやすくすることに寄与する。また、凹部５５は、レーザアブレーションによって形成された部分であってよい。

[0033] 図５（ｂ）に示すように、凹部５５は、ガラス板の表面（例えば変形部５０ｂの場合には第４面Ｆ４）から所定の深さＬ、及び所定の径ｄを有していてよい。ここで、径ｄは、平面視直径、より具体的には、表面における凹部５５の開口の円相当直径である。すなわち、表面における凹部５５の面積と同じ面積を有する円の直径である。図５（ａ）に示す模式図のように、凹部５５の平面視形状が円形である場合には、径ｄは凹部５５の直径となるが、凹部５５の平面視形状は必ずしも円形ではなく、径ｄは、凹部５５の開口の面積を求めて、当該面積から算出できる。また、深さＬは、ガラス板の表面から凹部５５の最も深い位置までの距離である。図５（ｂ）に示す模式図では、凹部５５の、ガラス板の厚み方向で切った断面形状は部分楕円形状であるが、凹部５５の断面形状が矩形又は矩形の一部の形状を有し、底面が形成されているものであってもよい。但し、凹部５５の断面形状の輪郭が、ガラス板表面との交点位置を除き、接線が連続的に変化する形状（尖った角を含まない曲線状）であった方が、角位置で光が強く散乱することを防止できるので、好ましい。

[0034] 凹部５５の径ｄに対する深さＬの比の値（Ｌ／ｄ）は２以下である。これにより、径ｄの大きさがある程度確保され、製品検査時に変形部５０の生成を確認することが容易になり、ガラス板の曲げ工程において、亀裂５６を閉

じようとする応力が凹部５５に逃げ易くなり、凹部５５の周囲の亀裂５６が閉じてしまうことを防止できる。さらに、図６（ｂ）に示すように、凹部５５が第１変形部５０ａに含まれる凹部（第１ガラス板１０に形成された凹部）である場合、凹部５５が形成されている面（第２面Ｆ２）が中間膜３０と接触する。上記比の値（Ｌ／ｄ）が２以下であることで、凹部５５にも中間膜３０が進入でき、凹部５５の面と中間膜３０との間に空洞が形成されること防止できる、又は形成される空洞を小さくできる。この作用については、図６（ａ）及び（ｂ）を参照して説明する。

[0035] 図６（ａ）には従来技術による合わせガラス１’の部分断面図を、図６（ｂ）には本発明の一実施形態による合わせガラス１の部分断面図を示す。なお、図６（ａ）及び（ｂ）においては、亀裂等の変形部の詳細は図示を省略し、凹部のみを示している。図６（ａ）に示す従来の合わせガラス１’には、第１ガラス板の車内側の面（第２面Ｆ２）に変形部５０’（第１変形部５０ａ’）が形成されている。当該変形部５０’に含まれる凹部５５’の径ｄに対する深さＬの比の値（Ｌ／ｄ）は２を上回るものである。このような形状の凹部５５’では、中間膜３０を介して第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０が重ね合わされてなる積層体が、減圧下及び／又は加熱下で圧着されても（上述の合わせガラス１の製造工程（ｂ）及び（ｃ））、中間膜３０が凹部５５’の奥まで入り込むことは難しく、中間膜３０と凹部５５’との間に空洞が残ってしまう。このような空洞は、得られる合わせガラス１においても目に付くようになって、乗員の視界を妨げ、外部視認性を低下させるおそれがある。これに対し、図６（ｂ）に示す本発明の一実施形態による合わせガラス１においては、中間膜３０が凹部５５に入り込み、凹部５５の面に密着することが可能となるので、合わせガラス１において凹部５５と中間膜３０との間の空洞が目立つことなく、自動車窓の外部視認性を高めることができる。

[0036] 上記比の値（Ｌ／ｄ）は、好ましくは１以下、より好ましくは０．８以下、さらに好ましくは０．５以下であってよい。また、（Ｌ／ｄ）の下限は特に限定されず、（Ｌ／ｄ）は０超であってよいが、例えば０．０５以上であ

ってよく、０．１以上であってよい。

[0037] 凹部５５の径ｄは、好ましくは１０μｍ以上２００μｍ以下、より好ましくは２０μｍ以上１００μｍ以下であってよい。凹部５５の径ｄが１０μｍ以上であることで、検査時等に凹部５５の存在が認識され易くなり、得られた製品において変形部５０が形成されているか否かの検査が容易になる。また、変形部５０のうち大きな面積を占める凹部５５の径ｄが２００μｍ以下であることで、自動車１００の乗員が合わせガラス１を通して外部を見た時の外部視認性が低下することを防止できる。

[0038] 凹部５５の深さＬは、好ましくは０μｍ超１００μｍ以下、より好ましくは１μｍ以上５０μｍ以下、さらに好ましくは１μｍ以上３０μｍ以下であってよい。深さＬがあることで、曲げ成形時に亀裂５６が閉じてしまうことを防止するという上述の効果が向上する。また、深さＬを１００μｍ以下とすることで、特に変形部５０が第１ガラス板１０の第２面Ｆ２に形成されている場合には、凹部５５内への中間膜３０の入り込みが一層容易になり（図６）、凹部５５と中間膜３０との間の空洞が目立つことなく、車両窓の外部視認性を向上できる。また、ガラス板の厚みに対する深さＬの比の値（Ｌ／ガラス板厚）は、好ましくは０．００１以上０．１以下、より好ましくは０．００１以上０．０５以下であってよい。

[0039] なお、変形部５０が第１ガラス板１０の第２面Ｆ２に形成されている場合（第１変形部５０ａの場合）には、凹部５５と中間膜３０との間には、空洞若しくは空間が形成されていないこと、又は形成されていても、凹部５５と中間膜３０と間隔が可視光波長より小さいものであることが好ましい。

[0040] 凹部５５の面（内面）は、平滑であることが好ましい。例えば、凹部５５の面の表面粗さＲａは、第１ガラス板１０の第２面Ｆ２の表面粗さＲａよりも小さいことが好ましい。これにより、凹部５５に入り込んだ中間膜３０が凹部５５の内面に密着でき、空洞の形成を一層抑制できる。なお、本明細書における表面粗さＲａとは、ＪＩＳ　Ｂ　０６０１：１９９４年に準拠し、表面粗さ測定機を用いた触針式の測定により得られる算術平均粗さＲａの値

である。さらに、凹部５５の面が平滑な火づくり面であると好ましい。ここでの火づくり面とは、レーザ照射によって溶融したガラスが空気に接触して固化した面である。よって、凹部５５の面付近の仮想温度は、変形部５０以外の領域における第２面Ｆ２の仮想温度よりも高くなっていてよい。

[0041] 亀裂５６は、図５（ａ）に示すように、凹部５５の周囲に形成されていてよい。１つの変形部５０における亀裂５６の数は１つであっても、複数であってもよい。亀裂５６の形状、形成位置等は特に限定されない。亀裂５６は、凹部５５から離れて形成されていてもよいし、凹部５５に連結して凹部５５から延びるように形成されていてもよい。

[0042] また、１つの変形部５０において、１以上の亀裂５６がガラス板の表面に達していることが好ましい。その場合、平面視で凹部５５の開口位置（ガラス板の表面の位置）において、凹部５５から離れて形成されていてもよいし、凹部５５に連結して凹部５５から延びるように形成されていてもよい。

[0043] 上記のようなガラス板の表面に達している亀裂５６は、変形部５０をレーザ光照射によって形成する場合には、レーザ光をガラス板のボトム面（後述）側から照射することで形成されやすい。また、亀裂５６は、平面視で凹部５５の周方向に沿うように形成されていると好ましい。また、亀裂５６の形状は、平面視で凹部５５の周方向に沿った弧状であると好ましい。さらに、平面視で、変形部５０の中心を通る任意の直線で変形部５０を２つに分けた場合、両側にそれぞれ亀裂５６が含まれていることが好ましい。

[0044] 変形部５０の平面視での延在領域の径Ｄは、凹部５５及びその周囲の亀裂５６が収まる最小円の直径である。変形部５０の延在領域の径Ｄは、好ましくは２０μｍ以上２００μｍ以下、より好ましくは３０μｍ以上１００μｍ以下であってよい。径Ｄが２０μｍ以上であることで、ガラス板の曲げ成形工程時に亀裂５６が塞がる可能性を低減でき、得られた製品を検査する際に変形部５０の形成が見つかり易くなる。また、径Ｄが２００μｍ以下であることで、乗員による目視では変形部５０が目立ち難く、乗員の視界を妨げることを抑制する、すなわち自動車窓の外部視認性を向上できる。また、通常

時における車両窓としても堅牢性も確保し易くなる。なお、上記の径Ｄの２００μｍとの上限は、日本自動車技術会規格（Japanese Automotive Standards Organization：ＪＡＳＯ）により許容される黒点のサイズ（５００μｍ）よりも小さい。

[0045] 上記の平面視での変形部５０の延在領域の径Ｄの、凹部５５の径ｄに対する比の値（Ｄ／ｄ）は、好ましくは１．２以上４以下、より好ましくは１．２以上３以下であってよい。

[0046] 図７（ａ）～（ｃ）に、本実施形態の変形部５０の変形例を示す。図７（ａ）は、図５（ｂ）に対応する図であって、凹部５５の形状の変形例を示す。図７（ａ）に示すように、凹部５５の軸線Ａｘの方向は、必ずしも凹部５５が開口している表面の法線方向に平行でなくともよく、法線Ｎの方向に対して６０°以下の角度θをなしていてよい。すなわち、凹部５５のガラス板の厚み方向に切った断面形状が、凹部５５の中心Ｏを通る法線Ｎに対して非対称であってもよい（対称性を有さない形状であってもよい）。なお、凹部５５の軸線Ａｘは、凹部５５の中心Ｏ（凹部５５の開口が円形である場合にはその中心、円形以外の形状である場合にはその図心）から凹部５５の最も深い位置に向かって延びる直線である。このような、凹部５５の軸線Ａｘの法線Ｎに対する傾斜は、変形部５０がレーザ照射によって形成される場合には、法線Ｎに対するレーザの照射方向の傾斜に対応している。

[0047] さらに、複数の変形部５０における凹部５５の軸線Ａｘの方向が分布を有していてよい。すなわち、複数の凹部５５の軸線方向が法線方向に対して様々な角度になるように変形部５０が形成されていてよい。例えば、１つの変形部５０における凹部５５の軸線方向の法線方向に対する角度が、隣り合う変形部５０における凹部５５の軸線方向の法線方向に対する角度と異なっていてよい。これにより、光が屈折・散乱する異なる方向を、ガラス板の面内で混在させることができ、複数の凹部５５が同時に乗員に視認される可能性を回避できる。このような凹部５５の軸線方向の傾きの相違は、複数の凹部５５を、レーザの照射方向を変更しながら形成することで得られる。さらに

、ガルバノスキャナとレーザを組み合わせた加工装置を用いることで、照射方向の制御が容易になる。

[0048] また、図７（ｂ）及び（ｃ）に示すように、ガラス板の内部に、変形部５０から離隔した線状の亀裂（以下、内部線状亀裂５８ともいう）が形成されていてもよい。図７（ｂ）には、図５（ｂ）に示したような凹部５５の中心Ｏを通る法線である軸線Ａｘを有する凹部５５に、内部線状亀裂５８が形成された構成を示す。図７（ｃ）には、図７（ａ）に示したような法線Ｎに対して傾斜した軸線Ａｘを有する凹部５５に、内部線状亀裂５８が形成された構成を示す。図７（ｂ）及び（ｃ）に示すように、内部線状亀裂５８は、凹部５５の軸線Ａｘの方向に沿っていてよい。内部線状亀裂５８によって、ガラス板、ひいては得られる合わせガラス１が衝突時に適切に割れ易くなり、人への衝撃の低減という効果を向上させることができる。

[0049] なお、内部線状亀裂５８の長さは１００μｍ以上１０００μｍ以下であってよい。内部線状亀裂５８の長さを上記範囲とすることで、衝突時における合わせガラス１の適切な割れを促進するとともに、通常時の車両窓としての堅牢性も確保される。

[0050] なお、変形部５０の形状、凹部５５の径ｄ、深さＬ、（Ｌ／ｄ）、平面視での延在領域の直径Ｄ等の変形部５０のサイズ等は、第１変形部５０ａと第２変形部５０ｂとで同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0051] 合わせガラス１を構成しているガラス板１０、２０がフロートガラスである場合、変形部５０は、ガラス板１０の２つの主面のうち、製造時に溶融金属、例えば溶融スズ又は溶融スズ合金と接触していた面（以下、ボトム面という）に形成されていると好ましい。この点について、以下に説明する。

[0052] フロート法は、溶融ガラスを、フロートバス内の溶融スズ等の溶融金属上に浮かべて成形する方法である。ここで、溶融スズと接触していたボトム面は表面近傍にスズを含有しているが、ボトム面とは反対側の主面であり、溶融スズと接していなかったトップ面はほとんどスズを含有しない。スズをほとんど含有しないトップ面では、ガラス中のナトリウムイオンと外気中の水

素イオンとのイオン交換反応が進み、徐々に表面水和層が形成される。表面水和層は硬度が低いため、トップ面は経時的に脆さが低減し、亀裂（クラック）が生成・成長しにくくなる。このため、トップ面に変形部５０が形成されていても、経時的に破壊強度が上昇してしまう。その結果、歩行者等の人が自動車に衝突した際の合わせガラス１の割れが開始され難くなり、人を保護する機能が十分でない場合がある。一方で、スズを含有するボトム面では、非対称性イオンであるスズの効果により、水素イオンとナトリウムイオンとのイオン交換反応が阻害されるため、表面水和層の形成が進みにくい。よって、ボトム面に変形部５０を形成することで、破壊強度が経時的に変化しにくく、人を保護する機能が長期間にわたり維持される。

[0053] 以上より、本実施形態では、スズを多く含有するボトム面に変形部５０を形成することが望ましい。そして、合わせガラス１の製造においては、ガラス板１０、２０は、それぞれ車内側の面（第２面Ｆ２及び第４面Ｆ４）がボトム面となるように配置されることが好ましい。また、スズ等の金属を多く含有するボトム面においては、特にＵＶ領域での光吸収率が優位に向上する。このため、変形部５０をレーザ照射によって形成する場合には、より低エネルギーの照射で処理ができるという利点もある。

[0054] なお、スズを多く含有するボトム面と、スズをほとんど含有しないトップ面とは、例えばＢｏｈｌｅ社製のスズ面計測器ＴｉｎＣｈｅｃｋを用いて両面のスズ濃度を計測することにより判別できる。また、ボトム面においては、蛍光Ｘ線法やＥＰＭＡ法を用いて定量的にスズ濃度を計測することにより、厚みが５～１５μｍのスズ含有層を検出できる。

[0055] 本実施形態態により得られる合わせガラス１の、変形部５０が形成されたガラス板の車内側の面（第２面Ｆ２及び／又は第４面Ｆ４）の強度（破壊応力）（算出方法は後述する）の分布を求めた場合、最大値は、好ましくは３５０ＭＰａ以下、より好ましくは２５０ＭＰａ以下であってよい。また、最小値は、好ましくは６０ＭＰａ以上、より好ましくは８０ＭＰａ以上であってよい。最大値が３５０ＭＰａ以下であることで、合わせガラス１が衝突時

に適切に割れ易くなり、人への衝撃の低減という効果を向上させることができる。最小値が６０ＭＰａ以上であることで、飛び石による合わせガラス１の破壊を抑制することができる。

[0056] また、本実施形態による合わせガラス１においては、少なくとも透視領域５では、第１ガラス板１０の第２面Ｆ２及び第２ガラス板２０の第４面Ｆ４の、ＪＩＳ　Ｂ　０６０１－２０１３に規定される粗さ曲線の算術平均粗さＲａは、０．１ｎｍ以上１０００ｎｍ以下となり得る。

[0057] 変形部５０の形成方法は特に限定されず、レーザ、電子線照射、機械加工等による形成方法があるが、このうちレーザ光照射による方法が好ましい。レーザ光は、高い指向性若しくは収束性を有し、小さなスポット径（集光位置での径）の照射が可能になるため、微小な領域を局所的に加熱して、精密なサイズ、配置で、変形部５０を形成できる。

[0058] 図８に、変形部５０を形成するための加工装置３００を模式的に示す。加工装置３００は、レーザ光照射装置３１０と走査装置３２０とを備えていてよい。走査装置３２０は、ガルバノスキャナ、ポリゴンスキャナ等であってよい。レーザ光照射装置３１０から発せられたレーザ光ＬＢは、走査装置３２０によってその向きが調整され得る。これにより、レーザ光ＬＢの向きを三次元的に任意に変更でき、例えば湾曲したガラス板に対しても、ガラス板の主面上の所望の位置に所望の角度で、より確実に照射できる。

[0059] なお、図８に示す例では、レーザ光ＬＢを、合わせガラス１を構成する第２ガラス板２０の車内側（第４面Ｆ４の側）から照射しているが、第２ガラス板２０の車外側（第３面Ｆ３の側）からレーザ光を照射して、車内側の面に変形部５０を形成してもよい。その場合、ガラス板の車内側の面に焦点が合うよう照射の条件を設定できる。

[0060] 合わせガラス１の製造工程においては、レーザ光ＬＢ照射は、ガラス板１０、２０を積層する前の段階で（上述の工程（ａ）の前に）行うことができる。すなわち、第１ガラス板１０及び／又は第２ガラス板２０の車内側の面に変形部５０を形成した後、中間膜３０を介して積層体を構成してもよい。

或いは、形成する変形部５０が第２変形部５０ｂであれば、合わせガラス１を構成した後に、合わせガラス１の車内側からレーザ光ＬＢを照射することもできる。

[0061] レーザ光ＬＢの照射においては、非線形吸収を利用してもよいし、線形吸収を利用してもよい。非線形吸収を利用する場合、光子密度は１×１０^{8}Ｗ／ｃｍ^{2}以上１×１０^{14}Ｗ／ｃｍ^{2}以下であってよい。非線形吸収では多光子吸収が生じる。多光子吸収が生じる確率は、非線形吸収であって、光子密度が高いほど飛躍的に高くなる。例えば、２光子吸収が生じる確率は、光子密度の自乗に比例する。

[0062] 一方、線形吸収では、光子密度により、ガラス板の厚み方向での任意の位置で１光子吸収が生じる。１光子吸収は光子密度に比例する。また、ランベルト・ベールの法則（Lambert-Beer’s law）に従ってレーザ光ＬＢの強度が減衰する。すなわち、レーザ光ＬＢがガラス板中を距離Ｅ（単位［ｃｍ］）だけ移動する間にレーザ光ＬＢの強度がI_0からＩに変化したとすると、ガラス板の吸収係数をα（単位［ｃｍ$^{-1}$］）として、$I = I_0 \times \exp(-\alpha \times E)$の式が成立する。ガラス板の内部でレーザ光ＬＢを吸収させるという観点からは、吸収係数αが０超１００未満であるガラス板に、レーザ光ＬＢを照射することが好ましい。線形吸収の場合、例えば色付きのガラス板であっても、吸収係数αを適宜選択することによって、変形部５０のサイズ、形状を制御しやすい。また、線形吸収を用いた場合、変形部５０（凹部５５及び亀裂５６）が表面に現れるように形成し易い。

[0063] レーザ光ＬＢ照射の条件は、合わせガラス１に含まれるガラス板の組成等にもよるが、凹部５５と共に、その周囲に亀裂５６が形成されるような条件であれば特に限定されない。レーザ光ＬＢの波長は、少なくとも部分的に透過可能な波長であると好ましい。より具体的には、レーザ光ＬＢの波長は、２５０ｎｍ以上５０００ｎｍ以下であってよく、好ましくは３１０ｎｍ以上３０００ｎｍ以下であってよい。上記範囲の波長では、吸収係数αを適切な範囲にすることができる。

[0064] レーザ光の光源としては、例えば、Ｙｂファイバーレーザ（波長：１０００ｎｍ以上１１００ｎｍ以下）、Ｙｂディスクレーザ（波長：１０００ｎｍ以上１１００ｎｍ以下）、Ｎｄ：ＹＡＧレーザ（波長：１０６４ｎｍ）、高出力半導体レーザ（波長：８０８ｎｍ以上９８０ｎｍ以下）等の近赤外線レーザが挙げられる。また、レーザ光の光源は、ＵＶレーザ（波長：３１０ｎｍ以上３６０ｎｍ以下）、グリーンレーザ（波長：５１０ｎｍ以上５４０ｎｍ以下）、Ｈｏ：ＹＡＧレーザ（波長：２０８０ｎｍ）、Ｅｒ：ＹＡＧレーザ（２９４０ｎｍ）、中赤外光パラメトリック発振器を使用したレーザ（波長：２６００ｎｍ以上３４５０ｎｍ以下）等であってもよい。波長変換素子と組み合わせたＬＤ励起固体(Diode Pumped Solid State：ＤＰＳＳ)レーザであってもよい。

[0065] なお、レーザ光ＬＢは、パルス発振式で照射しても、連続発振式で照射してもよい。パルス発振式では、照射部近傍への意図しない損傷を低減できるという観点で好ましい。また、パルスの操作モードも特に限定されないが、バーストパルスモードであると、高出力の照射ができるため、照射時間を短縮でき、好ましい。パルス発振式の場合、ナノ秒パルスレーザ、ピコ秒パルスレーザ、フェムト秒パルスレーザ等を利用できる。

[0066] レーザ光照射のその他の条件としては、パルス幅０．０００１ｎｓ以上１００ｎｓ以下、パルスエネルギー１０μＪ以上１０００μＪ以下、照射回数１回以上１０００回以下、繰り返し周波数１ｋＨｚ以上１００００ｋＨｚ以下であってよい。また、レーザ光の照射角度（照射位置におけるガラス板の主面の法線方向に対する角度）は、形成しようとする凹部５５の角度θ（図７（ａ））に対応する照射角度とすることができる。レーザ光の照射角度と、凹部５５の角度θとは、ガラス板表面でのレーザ光の屈折により異なる値となる。角度の差異は、ガラス板の屈折率より容易に算出可能である。ガラス板の主面上の複数の変形部５０は、レーザ光の照射角度を変更しながら形成することができる。

[0067] 本発明の一実施形態は、自動車窓用ガラス板の製造方法であって、当該ガ

ラス板の車内側の表面に、変形部を面方向に離隔して複数設け、前記変形部は、凹部と、前記凹部の周囲に形成された亀裂とを含み、前記表面における前記凹部の径に対する前記凹部の深さの比の値が２以下である、製造方法であってよい。

[0068] また、本発明の一実施形態は、自動車窓用合わせガラスの製造方法であって、車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える自動車窓用合わせガラスの製造方法であって、前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の車内側の表面に、変形部を面方向に離隔して複数設け、前記変形部は、凹部と、前記凹部の周囲に形成された亀裂とを含み、前記表面における前記凹部の径に対する前記凹部の深さの比の値が２以下である、製造方法であってよい。

[0069] 上記の自動車窓用合わせガラスの製造方法において、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の両方に変形部５０を形成する場合には、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０にそれぞれ、第１変形部５０ａ及び第２変形部５０ｂを形成した後に、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０を中間膜３０を介して積層させて、合わせガラス１を得る（例えば上述の工程（ａ）～（ｃ））ことができる。また、曲げ工程後に、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の両方にレーザ光を照射して変形部５０を形成してもよい。また、合わせガラス１を得た後に、レーザ光ＬＢを透視領域５にわたって例えば２回走査して、そのうちの一方の走査で、第１ガラス板１０の車内側の面に第１変形部５０ａを、他方の走査で、第２ガラス板２０内の第２変形部５０ｂを形成してもよい。合わせガラス１を得た後に変形部５０を形成する場合には、第１ガラス板及び／又は第２ガラス板でのレーザ光の吸収率が、中間膜でのレーザ光の吸収率より大きくなるように、レーザ光の照射条件、特にレーザの波長を調整する。当該方法によれば、平面視での第１変形部５０ａ及び第２変形部５０ｂの位置ズレを防止できる。

[0070] さらに、合わせガラス１を得た後に変形部５０を形成する場合、レーザ光ＬＢの１回の走査で、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の両方に変形

部５０を形成することもできる。その場合、１回の走査で、レーザ光ＬＢの光軸上の２箇所以上の異なる位置で、すなわち第１ガラス板１０内及び第２ガラス板２０内の両方で集光させる。具体的には、多焦点レンズや多焦点回折光学素子を用いてレーザ光ＬＢを集光照射させることが好ましい。これにより、レーザ光ＬＢの走査にかかる時間を短縮できる。当該方式は、第１変形部５０ａ及び第２変形部５０ｂが平面視で見て重なるように配置された構成を得るために好適である。

[0071] 上記の自動車窓用合わせガラスの製造方法では、第１ガラス板及び第２ガラス板の曲げ工程の後に、レーザを照射してもよい。これにより、曲げ工程において、変形部５０の形状、サイズが変化し、ひいては機能が変化することを防止できる。

実施例

[0072] 以下、実験データについて説明する。以下の実験例において、例１～例４は実施例であり、例５及び例６は比較例である。

[0073] ＜破壊応力測定用サンプルの作製＞

（例１）

通常行われている量産工程と同様にして、フロート法により得られたソーダライムシリケートガラス組成のガラス板からガラスサンプル（１００ｍｍ×１００ｍｍ×厚み２ｍｍ）を切り出し、ボトム面側からガラスサンプルの面内中央部１箇所にレーザ照射を行った。これにより、ガラスサンプルのボトム面の中央部に、１つの変形部を形成した。表１にレーザの照射条件を示す。照射条件のうち、「照射回数」は、レーザの照射の回数である。「照射角度」は、照射位置におけるガラス板のボトム面の法線方向に対する角度である。照射角度が０°であることは、照射面（ボトム面）の法線方向に照射されていることを意味する。例１では、全ての変形部を、照射角度が０°のレーザ照射により形成した。

[0074] レーザ照射に用いたレーザ加工装置としては、レーザ光照射装置（ＬＤ励起固体レーザ）、走査装置であるガルバノスキャナから構成される。レーザ

加工装置自体は位置固定されるが、レーザ光線を様々な角度で照射できる装置を用いた。ガラス板表面でのレーザ光のスポット直径が１／ｅ^{2}直径で３２μｍとなるように、レンズの開口率とワーキングディスタンスを設定した。

[0075] レーザ照射後のガラスサンプルを電気加熱炉に入れ、通常行われている曲げ工程と同等の加熱処理として、６５８℃で２００秒間の加熱処理を行った。

[0076] （例２～例４）

レーザの照射条件を表１に示すように変更したこと以外は、例１と同様にして、例２～例４のガラスサンプルを得た。なお、例３では、照射角度が２８．００°のレーザ照射によって変形部を形成した。なお、例２及び例３のサンプルでは、内部線状亀裂が生成していることを確認できたが、例４のサンプルでは、内部線状亀裂は生成していなかった。

[0077] （例５）

レーザを照射しなかったこと以外は例１と同様にして、ガラスサンプルを得た。

[0078] （例６）

レーザの照射条件を表１に示すように変更したこと以外は、例１と同様にして、例６のガラスサンプルを得た。例６のサンプルにおいては、凹部の周囲の亀裂が形成されておらず、内部線状亀裂も形成されなかった。

[0079] 内部線状亀裂の生成については焦点深度が影響している。焦点深度は、レーザ光のスポット直径の２乗に比例し、レーザ光の波長に反比例する。例１～例３は、スポット直径が３２～５３μｍと大きく、波長が３５５ｎｍと短く、焦点深度が長いため、ガラスサンプルの内部にもレーザ光が届き、内部線状亀裂が形成された。一方、例４及び例６は、スポット直径が１４μｍと小さく、波長が１０６４ｎｍと長く、焦点深度が短いため、ガラスサンプルの内部にレーザ光が届きにくく、内部線状亀裂が形成されなかった。

[0080] ＜変形部のサイズ等の測定＞

各例のガラスサンプルのボトム面に形成されている変形部を、キーエンス

社製のデジタルマイクロスコープＶＨＸ－６０００を用いて、当該変形部が形成されたボトム面側から撮影した。撮影された画像に基づき、平面視での変形部の延在領域の径Ｄ、凹部の径ｄを求めた。さらに、ガラス板の厚み方向に切った断面における凹部の輪郭を、キーエンス社製のレーザ顕微鏡ＶＫ－Ｘ３０００の一次元分析により求め、当該分析に基づき、凹部の深さＬを求めた。また、内部線状亀裂の長さは、キーエンス社製のデジタルマイクロスコープＶＨＸ－６０００によって測定した。結果は表１に示す。

[0081] また、図９～図１３（図１１は上段）に、それぞれ例１～例４及び例６のガラスサンプルにおける一変形部の撮影画像（例１は１０００倍、例２～例４及び例６は２０００倍）を示す。また、図１１の下段に、例３の凹部の輪郭の分析結果を示す。

[0082] ＜強度（破壊応力）の測定＞

上述のように作製したガラスサンプル（１００ｍｍ×１００ｍｍ×厚み２ｍｍ）を１０枚用意し、各ガラスサンプルの強度を、破壊応力（ＭＰａ）として測定した。破壊応力は、ＩＳＯ１２８８－５（２０１６）に準拠し、Ｒ３０により測定した。具体的には、直径６０ｍｍの支持リング及び直径１２ｍｍの荷重リングを用い、毎分０．３ｍｍの荷重速度で荷重リングによって荷重をかけ、破壊荷重を測定した。荷重は、ガラス板のトップ面側に荷重リングを配置して、トップ面側からかけた。さらに、ＩＳＯ１２８８－５（２０１６）に記載の式を用いて、破壊応力を求めた。結果は表１に示す。

[0083] 上記１０枚のガラスサンプルの強度のデータより、最大値及び最小値を記録し、平均値を算出して記録した。

[0084] 表１に示すように、凹部及びその周囲に形成された亀裂を含む変形部が設けられている例１～例４では、破壊応力の最大値が３５０ＭＰａ以下であり、最小値が６０ＭＰａ以上であった。一方、凹部及びその周囲に形成された亀裂を含む変形部が設けられていない例５、例６では、破壊応力の最大値が３５０ＭＰａ超であった。さらに、内部線状亀裂が生成していた例１～例３では、内部線状亀裂が生成していない例４と比較して、破壊応力の最大値が

３０ＭＰａ程度低いため、ガラス板が衝突時に適切に割れ易くなることが分かった。

[0085] ＜外部視認性評価用サンプルの作成＞

□フロート法により得られたソーダライムシリケートガラス組成のガラス板からガラスサンプル（３００ｍｍ×３００ｍｍ×厚み２ｍｍ）を切り出し、ボトム面側からレーザ照射を行った。照射は、間欠的に、３０ｍｍピッチの正方格子状に点在した８１箇所にて行った。レーザの照射条件は、表１に示したとおりである。レーザ照射後のガラスサンプルを電気加熱炉に入れ、通常行われている曲げ工程と同等の加熱処理として、６５８℃で２００秒間の加熱処理を行った。

[0086] レーザ照射及び加熱処理をした２枚のガラスサンプルを、ボトム面の向きを揃えて（いずれのガラスサンプルのボトム面も上を向くようにして）、中間膜（ＰＶＢ樹脂）を介して積層し、圧着して合わせガラスとした。厚み２ｍｍのガラスサンプル、厚み０．７６ｍｍの中間膜、及び厚み２ｍｍのガラスサンプルが積層された、合わせガラスサンプルを得た。

[0087] ＜外部視認性評価＞

得られた合わせガラスを、車内側となるガラス板の車内側の面を評価者の顔に対向させて、４００ｍｍ離れた位置に設置し、自然光の下で、合わせガラスの反対側（車外側）の像を見た時のその像の視認性を評価した。評価基準は以下の通りであった。

◎：輝点は全く見えない

○：輝点がわずかに見える箇所がある

△：全体に周期的な輝点が弱く見える

×：全体に周期的な輝点が強く見える。

各例の評価を表１に示す。

[0088]

[表1]

	レーザ照射条件							変形部の特徴							破壊応力			視認性
	波長 [nm]	パルス幅 [ns]	スポット直径 [μm]	パルスエネルギー [μJ]	照射回数	繰返周波数 [kHz]	照射角度 [deg]	亀裂延在領域径D [μm]	凹部径d [μm]	凹部深さL [μm]	L/d	内部線状亀裂長さ [μm]	角度θ [deg]	最大値 [MPa]	最小値 [MPa]	平均値 (N10) [MPa]	
例1	355	20	32	120	8	75	0	34	23.8	9.8	0.41	565	0	115	98	105	◎
例2	355	20	32	80	20	40	0	41	26.1	10.8	0.41	539	0	108	89	102	◎
例3	355	20	53	130	40	40	28.00	69	51.8	14.8	0.29	524	17.78	112	99	105	◎
例4	1064	0.00023	14	30	10	75	0	26.7	11.1	3.3	0.30	-	0	144	125	140	◎
例5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	475	128	248	◎
例6	1064	0.00023	14	30	1	75	0	-	25.3	0.13	0.01	-	0	392	133	221	◎

[0089] 以上によれば、第１ガラス板及び／又は第２ガラス板の車内側の表面に、例１～例４の変形部が面方向に離隔して複数設けられる自動車窓用合わせガラスは、自動車と人との衝突時に人への衝撃を低減しつつ、自動車の乗員に

よる自動車外部の視認を妨げない技術を提供できることが分かった。

[0090] 本出願は、２０２３年３月２日に出願された日本国特許出願２０２３－０３２０２１号に基づく優先権を主張するものであり、その全内容をここに援用する。

符号の説明

[0091] １　合わせガラス

２　車体

５　透視領域

１０　第１ガラス板

２０　第２ガラス板

３０　中間膜

４０　遮蔽層

５０、５０’　変形部

５０ａ、５０ａ’　第１変形部

５０ｂ　第２変形部

５５、５５’　凹部

５６　亀裂

５８　内部線状亀裂

１００　自動車

２００　人

３００　加工装置

３１０　レーザ光照射装置

３２０　走査装置

Ｆ１　第１面

Ｆ２　第２面

Ｆ３　第３面

Ｆ４　第４面

ＬＢ　レーザ光

請求の範囲

[請求項1] 車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える、自動車窓用合わせガラスであって、

前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の車内側の表面に、変形部が面方向に離隔して複数設けられ、

前記変形部は、凹部と、前記凹部の周囲に形成された亀裂とを含み、

前記表面における前記凹部の径に対する前記凹部の深さの比の値が２以下である、自動車窓用合わせガラス。

[請求項2] 前記凹部の前記径が１０μｍ以上２００μｍ以下である、請求項１に記載の自動車窓用合わせガラス。

[請求項3] 前記凹部の深さが１μｍ以上１００μｍ以下である、請求項１に記載の自動車窓用合わせガラス。

[請求項4] 前記変形部の面方向のピッチが１ｍｍ以上２００ｍｍ以下である、請求項１に記載の自動車窓用合わせガラス。

[請求項5] 前記亀裂が前記表面に達している、請求項１に記載の自動車窓用合わせガラス。

[請求項6] 前記変形部から厚み方向に離隔した位置に、内部線状亀裂が形成されている、請求項１に記載の自動車窓用合わせガラス。

[請求項7] 複数の前記凹部の軸線方向の、法線方向に対する角度が異なる、請求項１に記載の自動車窓用合わせガラス。

[請求項8] 前記変形部が形成された前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板はフロートガラスであり、

前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の前記車内側の面は、フロートバス内の溶融金属に接触していた面である、請求項１に記載の自動車窓用合わせガラス。

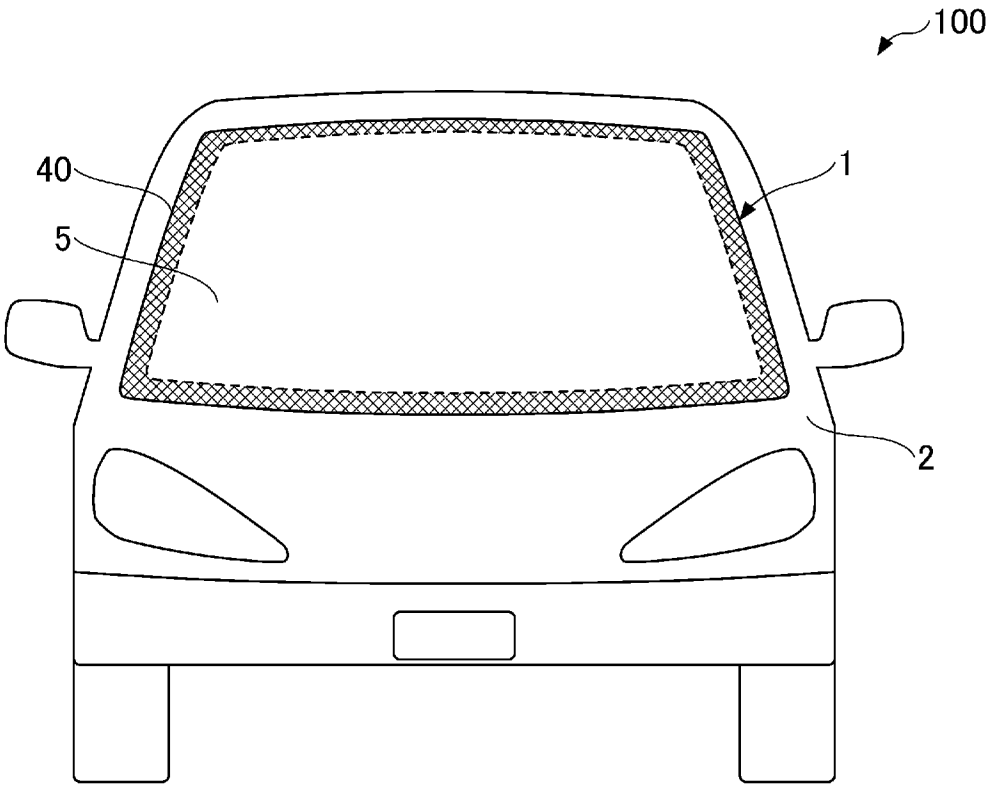
[請求項9] 前記第１ガラス板及び前記第２ガラス板に、前記変形部が設けられ、

前記第１ガラス板に設けられた変形部と、前記第２ガラス板に設けられた変形部とが、平面視で重なっている、請求項１に記載の自動車窓用合わせガラス。

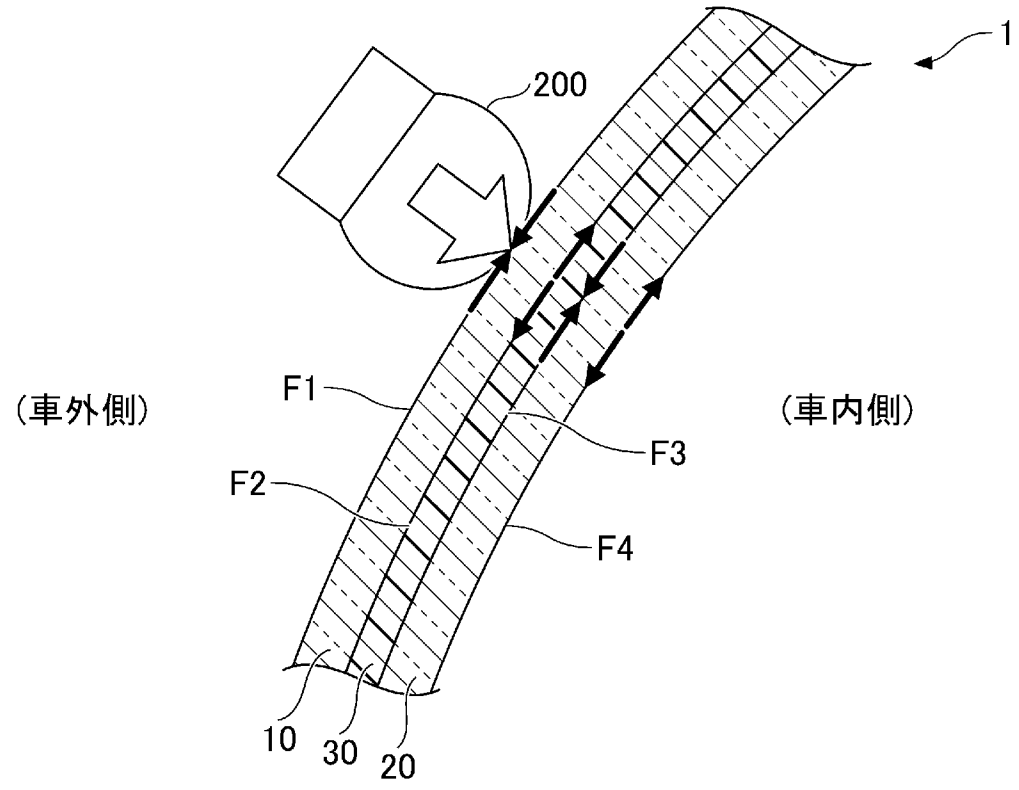
[請求項10] 請求項１から９のいずれか一項に記載の自動車窓用合わせガラスと、

前記自動車窓用合わせガラスが取り付けられる開口部を含む車体とを備える、自動車。

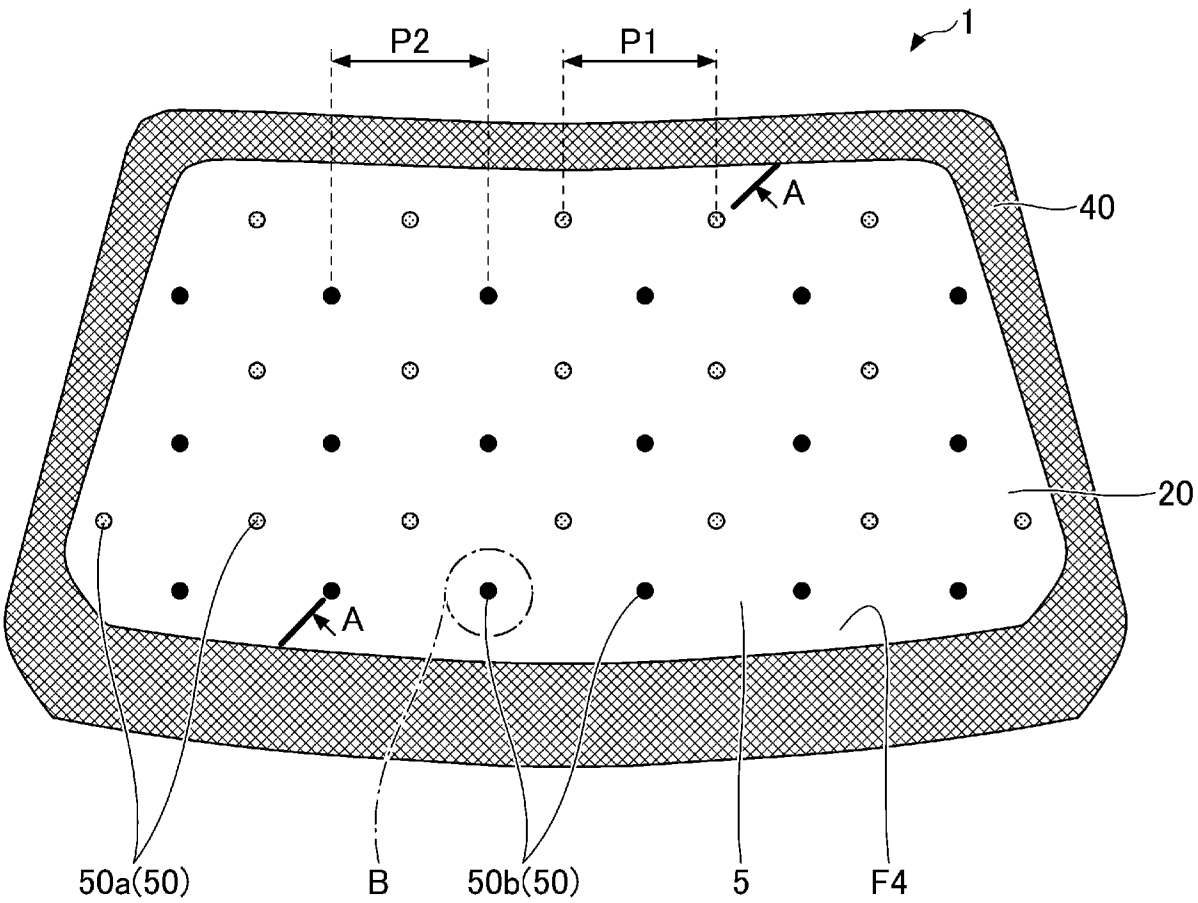
[図1]



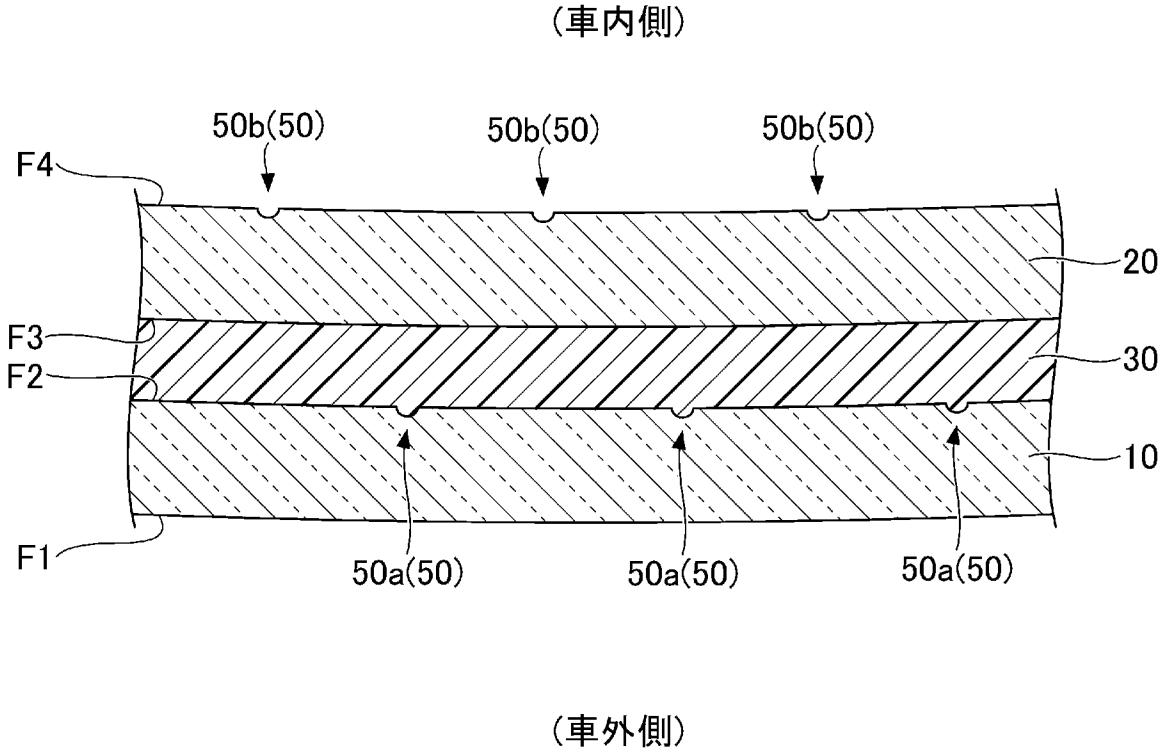
[図2]



[図3]

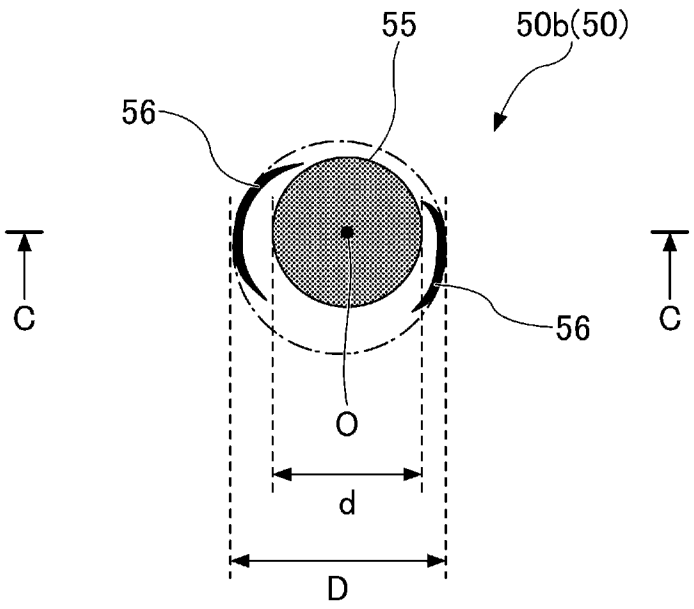


[図4]

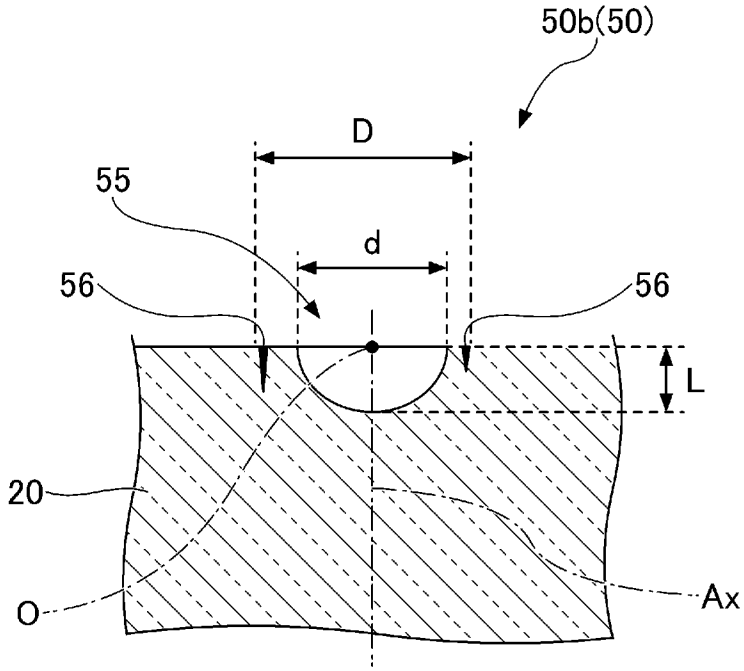

（車内側）
50b(50)
50b(50)
50b(50)
F4
F3
F2
F1
20
30
10
50a(50)
50a(50)
50a(50)
（車外側）

[図5]

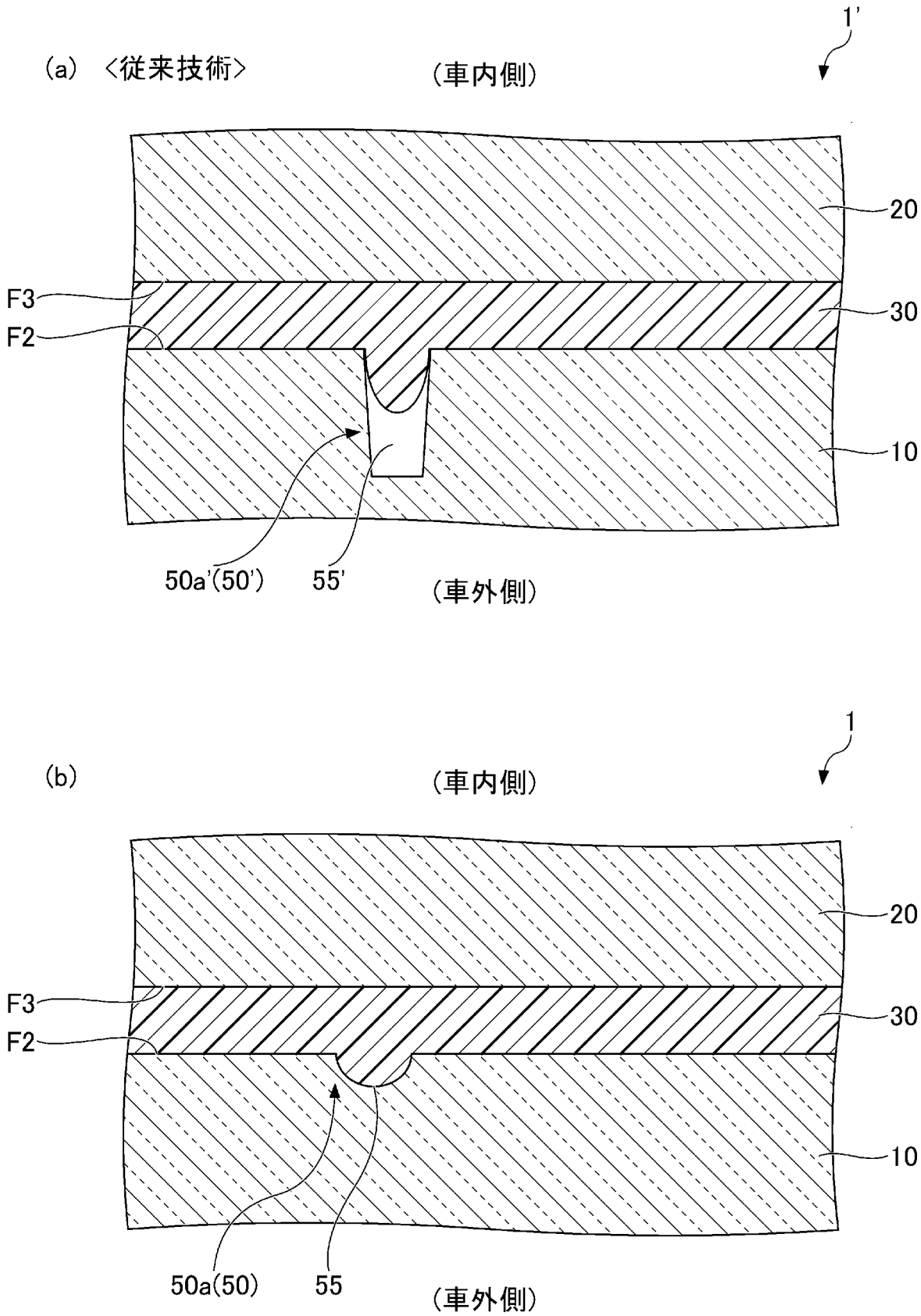
(a)



(b)

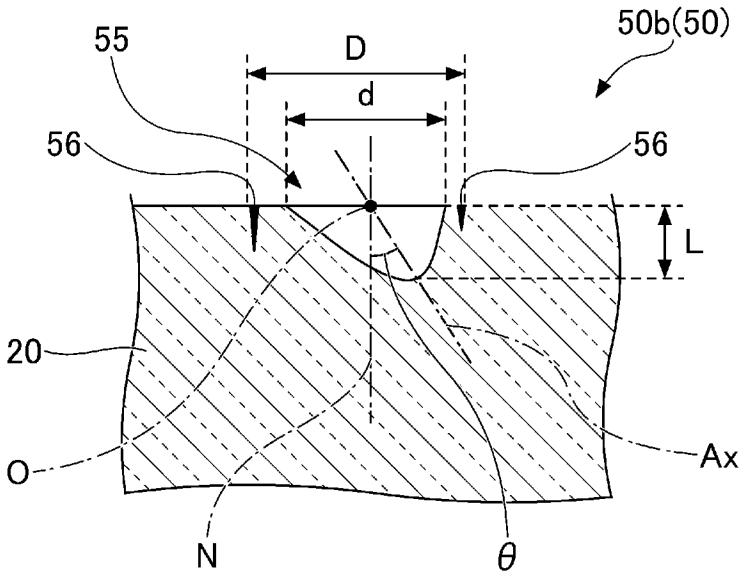


[図6]

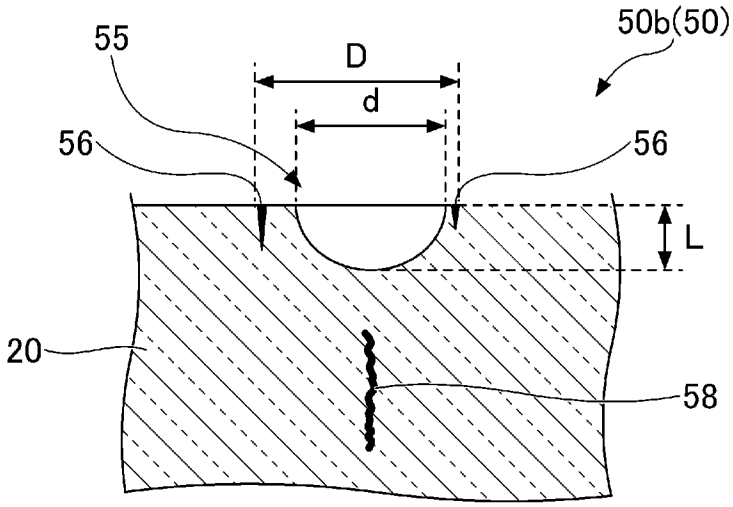

(a) <従来技術>
(車内側)
1'
20
F3
30
F2
10
50a'(50')
55'
(車外側)
(b)
(車内側)
1
20
F3
30
F2
10
50a(50)
55
(車外側)

[図7]

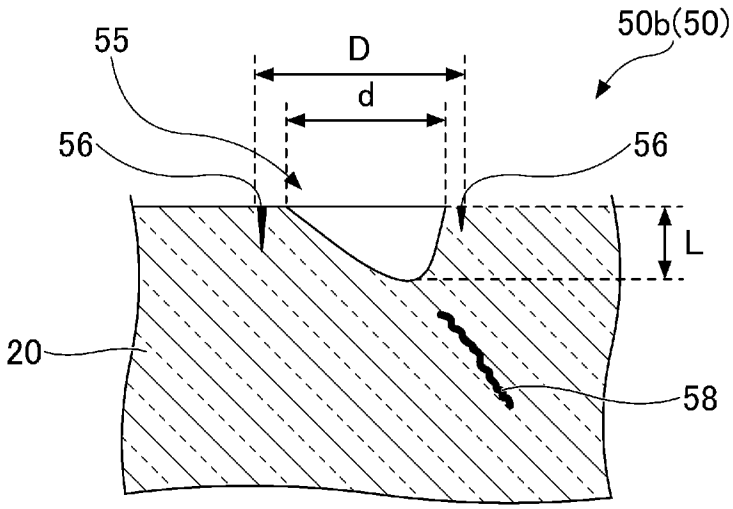
(a)


50b(50)
55
D
d
56
56
L
20
O
Ax
N
θ

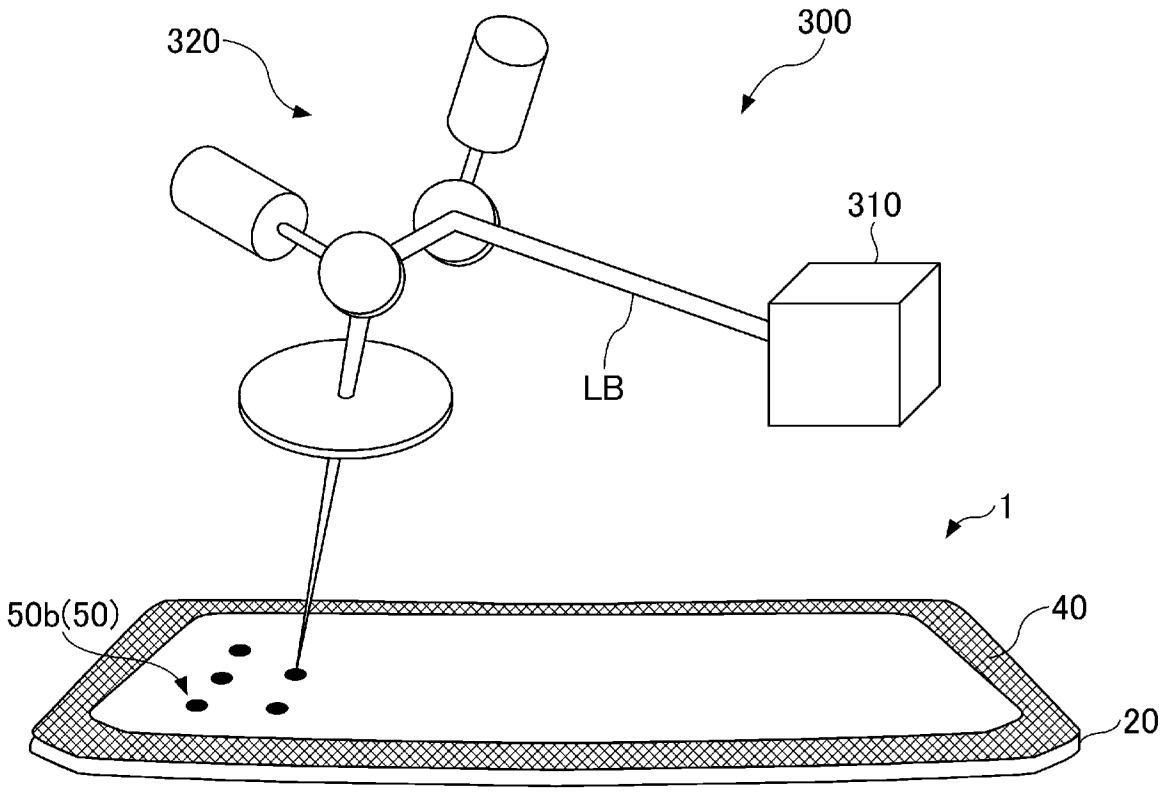
(b)


50b(50)
55
D
d
56
56
L
20
58

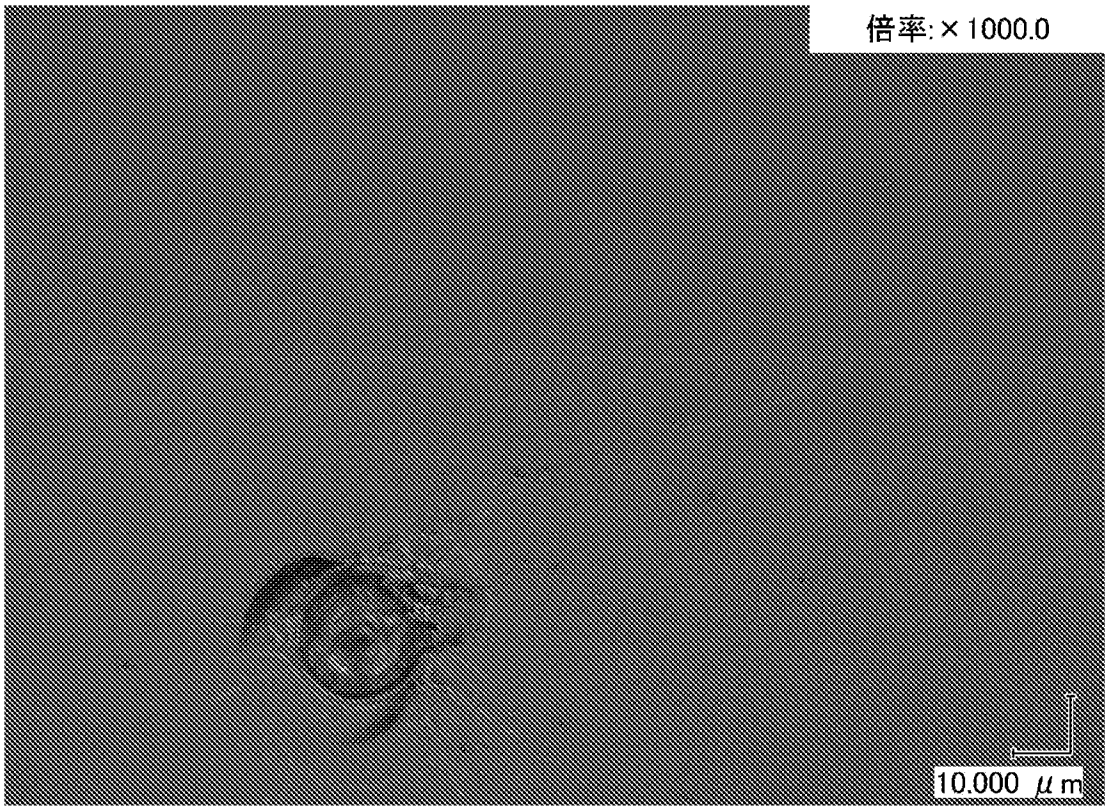
(c)


50b(50)
55
D
d
56
56
L
20
58

[図8]

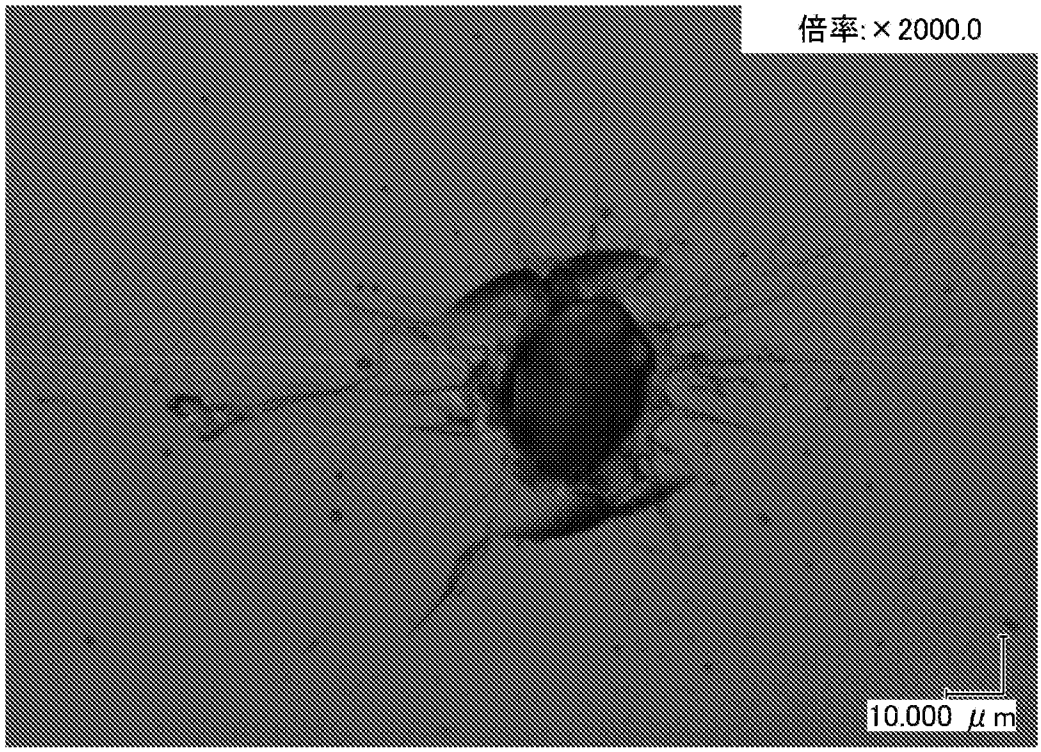


[図9]



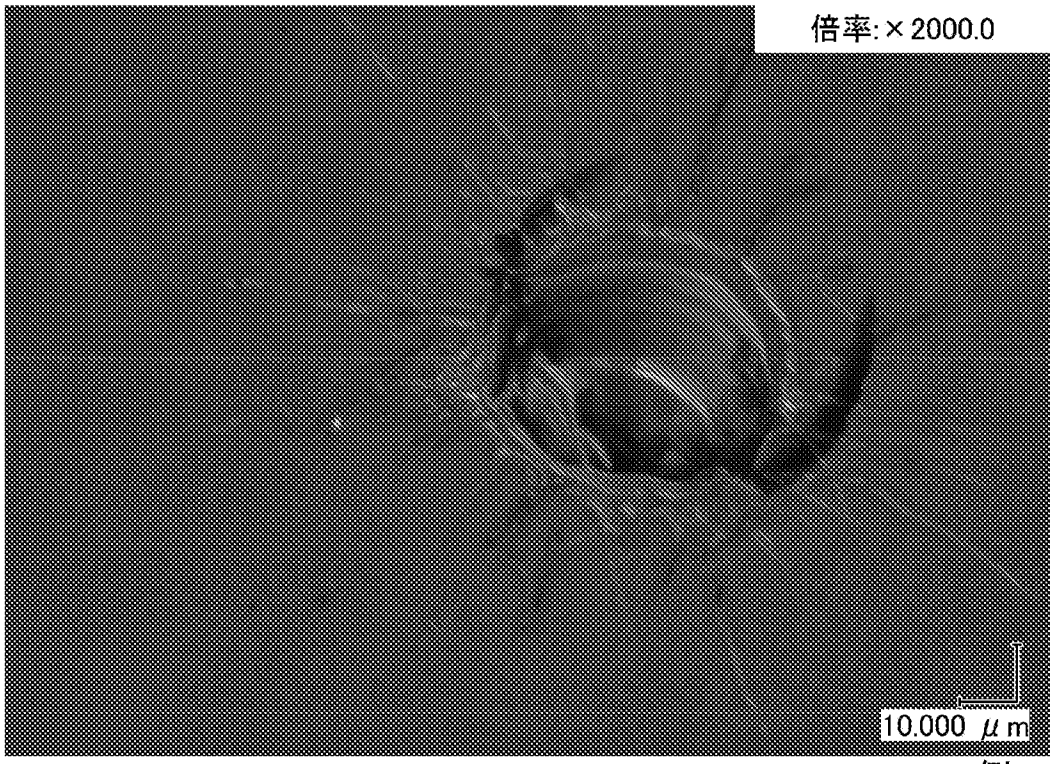
例1

[図10]

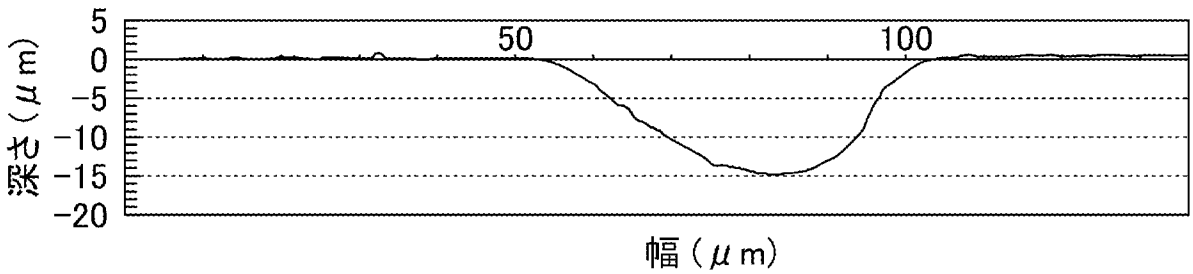


例2

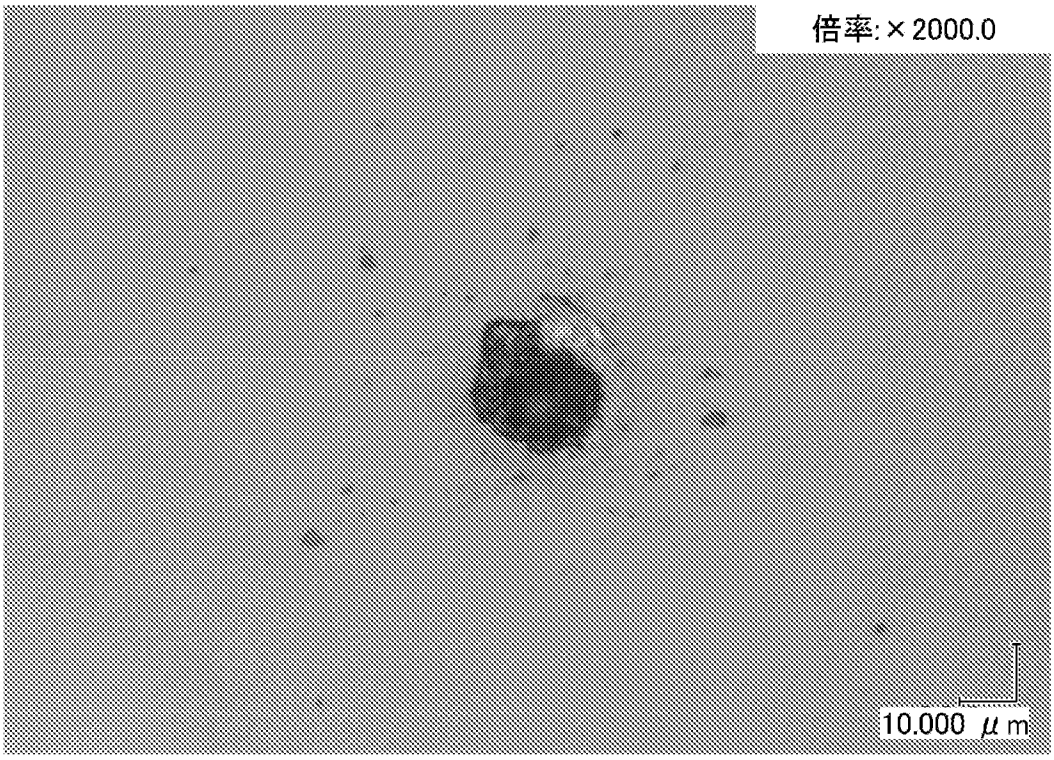
[図11]



例3

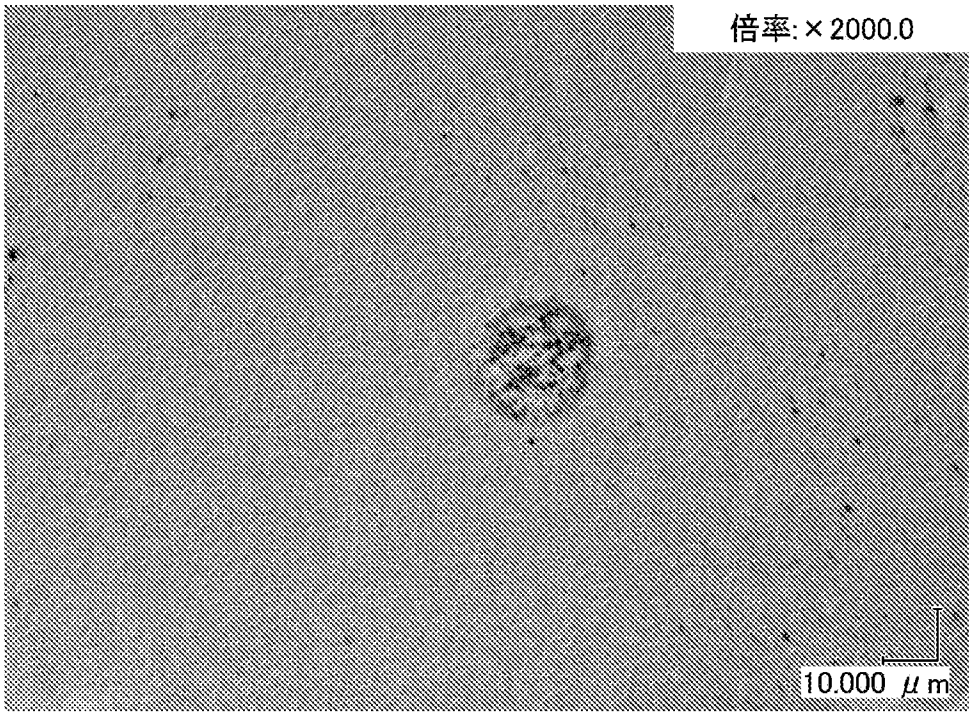


[図12]



例4

[図13]



例6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/004282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C 27/12(2006.01)i; ***B60J 1/00***(2006.01)i; ***C03C 23/00***(2006.01)i
FI: C03C27/12 Z; B60J1/00 H; C03C23/00 D

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03C27/12; B32B17/10; C03C23/00; B23K26/00-26/70; B60J1/00-1/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2022/224914 A1 (AGC INC.) 27 October 2022 (2022-10-27) claims, paragraphs [0061]-[0063], [0077]	1-10
A	JP 2022-165696 A (AGC INC.) 01 November 2022 (2022-11-01) claims, paragraphs [0005]-[0006], [0024]-[0025], [0033]	1-10
A	WO 2022/153068 A1 (PILKINGTON GROUP LIMITED) 21 July 2022 (2022-07-21) description, p. 1, lines 3-4, p. 18, line 25 to p. 20, line 15, fig. 6-9	1-10
A	JP 2006-518698 A (SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE) 17 August 2006 (2006-08-17) paragraphs [0002], [0016], drawings	1-10
A	JP 2005-535545 A (SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE) 24 November 2005 (2005-11-24) claims, paragraphs [0006]-[0008], [0014]-[0019]	1-10
P, A	WO 2023/167285 A1 (AGC INC.) 07 September 2023 (2023-09-07) claims, drawings	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
25 April 2024	**14 May 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/004282

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2022/224914 A1	27 October 2022	CN 117157260 A	
JP 2022-165696 A	01 November 2022	(Family: none)	
WO 2022/153068 A1	21 July 2022	JP 2024-503094 A paragraphs [0001], [0213]-[0225], fig. 6-9	
JP 2006-518698 A	17 August 2006	US 2006/0138798 A1 paragraphs [0002], [0016], drawings WO 2004/074193 A2 CN 1798706 A KR 10-2005-0100674 A	
JP 2005-535545 A	24 November 2005	US 2005/0175844 A1 claims, paragraphs [0006]-[0008], [0014]-[0019] WO 2003/103952 A1 DE 10225555 B3 CN 1659026 A KR 10-1021864 B1	
WO 2023/167285 A1	07 September 2023	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/004282

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C03C 27/12(2006.01)i; B60J 1/00(2006.01)i; C03C 23/00(2006.01)i
FI: C03C27/12 Z; B60J1/00 H; C03C23/00 D

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

C03C27/12; B32B17/10; C03C23/00; B23K26/00-26/70; B60J1/00-1/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2022/224914 A1 (ＡＧＣ株式会社) 27.10.2022 (2022-10-27) 請求の範囲,[0061]-[0063],[0077]	1-10
A	JP 2022-165696 A (ＡＧＣ株式会社) 01.11.2022 (2022-11-01) 特許請求の範囲,[0005]-[0006],[0024]-[0025],[0033]	1-10
A	WO 2022/153068 A1 (PILKINGTON GROUP LIMITED) 21.07.2022 (2022-07-21) 明細書第1ページ第3-4行,第18ページ第25行-第20ページ第15行,図6-9	1-10
A	JP 2006-518698 A (サンーゴバン グラス フランス) 17.08.2006 (2006-08-17) [0002],[0016],図面	1-10
A	JP 2005-535545 A (サンーゴバン グラス フランス) 24.11.2005 (2005-11-24) 特許請求の範囲,[0006]-[0008],[0014]-[0019]	1-10
P, A	WO 2023/167285 A1 (ＡＧＣ株式会社) 07.09.2023 (2023-09-07) 請求の範囲,図面	1-10

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
25.04.2024	14.05.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
永田　史泰 4T 3029

電話番号 03-3581-1101 内線 3423

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/004282

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2022/224914 A1	27.10.2022	CN 117157260 A	
JP 2022-165696 A	01.11.2022	（ファミリーなし）	
WO 2022/153068 A1	21.07.2022	JP 2024-503094 A [0001],[0213]-[0225],図6-9	
JP 2006-518698 A	17.08.2006	US 2006/0138798 A1 [0002],[0016],図面 WO 2004/074193 A2 CN 1798706 A KR 10-2005-0100674 A	
JP 2005-535545 A	24.11.2005	US 2005/0175844 A1 特許請求の範囲,[0006]-[0008],[0014]-[0019] WO 2003/103952 A1 DE 10225555 B3 CN 1659026 A KR 10-1021864 B1	
WO 2023/167285 A1	07.09.2023	（ファミリーなし）	